

несущих сплошных легковесных стеновых панелей и узлов крупнопанельных зданий / А. С. Колманок. – М, 1950. – 255 с.

4. Уваров В. С. Исследование вертикальных стыков наружных стен крупнопанельных зданий, возводимых в обычных условиях / В. С. Уваров : Работа конструкций жилых зданий из крупнопанельных элементов, труды ЦНИИЭП жилища – М. : Госстройиздат, 1963. – С.134 – 145.

УДК 692.231.3

РАСЧЕТ ОГРАЖДАЮЩЕЙ СТЕНОВОЙ ПАНЕЛИ С ПРИМЕНЕНИЕМ КАРКАСА ИЗ ГНУТЫХ ОЦИНКОВАННЫХ ПРОФИЛЕЙ

А. А. Несин, м. н. с., Н. В. Савицкий, д. т. н., проф.

Ключевые слова: гнутые оцинкованные профили, стеновые панели, ограждающие конструкции

Введение. Критическая ситуация в топливно-энергетической отрасли Украины предполагает поиск новых путей экономического роста и качества жизни при одновременном уменьшении использовании энергоресурсов.

Актуальность. Значительное удорожание энергоносителей привело к существенному увеличению затрат как на строительство, за счет увеличения себестоимости производства строительных материалов и конструкций, так и на эксплуатацию зданий. Сегодня в условиях жесткой экономии энергоресурсов вопросы энергоэффективности крайне актуальны.

Анализ проектных решений ограждающих конструкций, с учетом требований ДБН В.2.6-31: 2006 «Теплова ізоляція будівель» [1], показывает, что устройство традиционных однослойных сплошных ограждающих конструкций экономически нецелесообразно. Решением проблемы является использование в ограждающих конструкциях технологии легких стальных тонкостенных конструкций.

Суть этой технологии заключается в использовании панелей, изготовленных из легких стальных оцинкованных профилей с заполнением межпрофильного пространства эффективным утеплителем. Для снижения теплопроводности гнутых профилей на их стенках в процессе прокатки выполняется перфорация в виде продольных просечек. Перфорированные профили, так называемые термопрофили (рис. 1), обладают меньшей теплопроводностью, благодаря увеличению пути прохождения теплового потока между полками профиля.

Анализ публикаций. Изучению вопроса разработки и применения ограждающих конструкций с каркасом из термопрофилей посвящены работы российских специалистов [2; 3].

Целью исследований является определение минимального сечения профиля ограждающей панели для условий г. Днепропетровска.

Изложение основного материала. Ограждающая панель с каркасом из термопрофилей представляет собой новую альтернативу при строительстве наружных стен современного многоэтажного здания. Панели имеют небольшой вес, малую толщину и допускают применение различных материалов для наружной и внутренней отделки.

Основными элементами ограждающей стеновой панели являются вертикальные несущие стойки с поперечным сечением ТС (или ТН) (рис.1). Горизонтальные элементы с поперечным сечением ТН применяется на верхней и нижней кромке каркаса и над оконными проемами (рис. 2). Жесткость термопрофильного каркаса обеспечивается облицовочными плитными материалами, покрывающим каркас с обеих сторон.

Термопрофили направляющие для строительных конструкций

ТН

Термопрофили стоечные для строительных конструкций

ТС

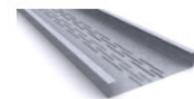
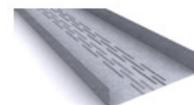
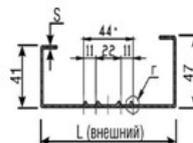
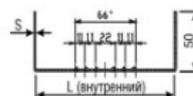


Рис. 1. Профили с перфорированной стенкой – термопрофили ТН, ТС

Для обшивки с внутренней стороны используются гипсокартонные листы. Между обшивкой находится теплоизолирующий слой из эффективного утеплителя (эковаты или минераловатных плит) толщиной 80 – 200 мм.

Для обшивки с наружной стороны можно использовать различные фасадные материалы: магнезитовые плиты, OSB листы и т. д.

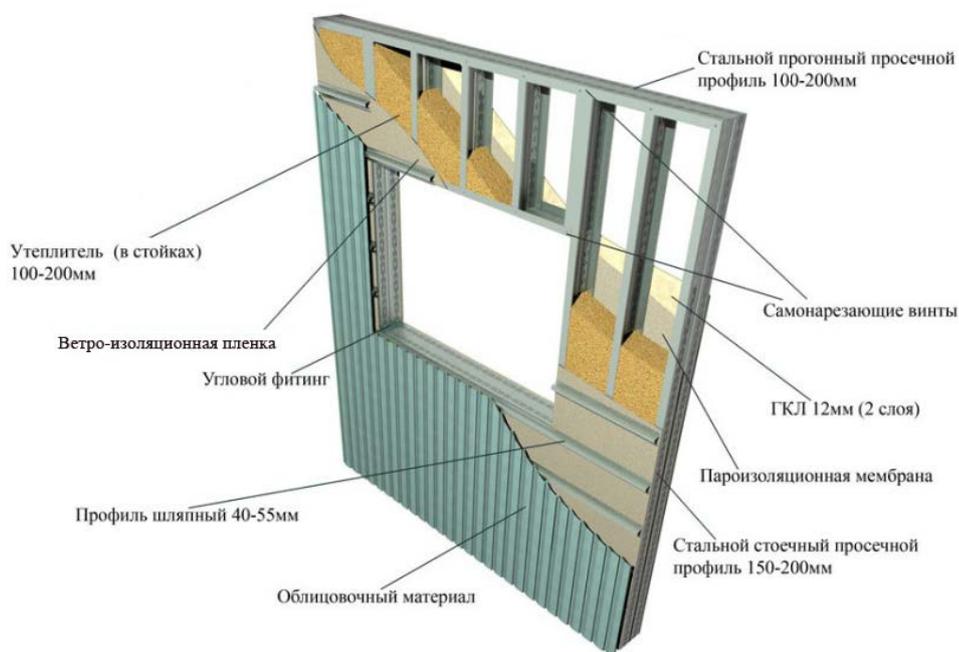


Рис. 2. Принципиальная конструкция ограждающей панели

Согласно ДБН В.1.1-7-2002 «Защита от пожара. Пожарная безопасность объектов строительства» [3], по условной высоте здания классифицируют как:

- а) малоэтажные – до трех этажей включительно;
- б) многоэтажные – до девяти этажей включительно;
- в) повышенной этажности – до 16 этажей включительно;
- г) высотные – свыше 16 этажей.

Расчет прочности был выполнен для четырех типоразмеров ограждающих панелей с каркасом из термопрофилей: 5 700 × 2 700 мм, 5 700 × 3 000 мм, 5 700 × 3 300 мм и 5 700 × 3 600 мм (рис. 3) для 3-, 5-, 9-, 23- и 33-этажных зданий. Шаг профилей принят равным 600 мм. Класс стали термопрофилей принят С255, с расчетным сопротивлением $R_y = 250$ МПа. В качестве эффективного утеплителя принята эковата с коэффициентом теплопроводности 0,041 Вт/м²К и плотностью 55 кг/м³.

Расчет ограждающей панели выполнен для условий г. Днепропетровска (второй климатический район [5], третий ветровой район [6]) на следующие нагрузки:

Постоянные:

- собственный вес оцинкованных профилей и утеплителя;
- нагрузки от оконного заполнителя;
- нагрузки от теплового радиатора в подоконной зоне;
- нагрузки от внешней (магнезитовая плита, металлические направляющие профили) и внутренней обшивки (гипсокартонная плита).

Кратковременные:

- ветровая нагрузка.

В зависимости от характера нагрузок и целей расчета использовались два вида расчетных значений – предельное расчетное и эксплуатационное значение нагрузки, согласно ДБН В.1.2-2: 2006 [6].

Статический расчет элементов ограждающей панели выполнялся с помощью расчетного комплекса «Лира 9.6». Расчетная модель представлена в виде конечноэлементной плоской схемы. Работа элементов каркаса моделировалась универсальным пространственным стержневым конечным элементом КЭ 10.

Статический расчет выполнен на основные сочетания нагрузок с учетом соответствующих коэффициентов.

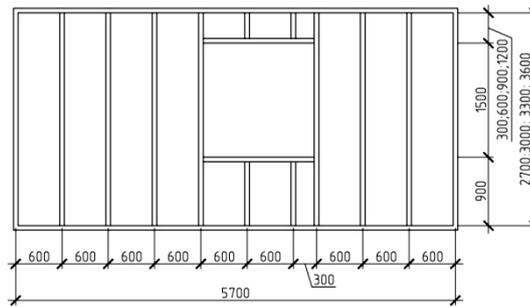


Рис. 3. Конструкция ограждающей стеновой панели с каркасом из изогнутых оцинкованных профилей для четырех типоразмеров

Теплотехнический расчет ограждающей панели (определение минимальной толщины утеплителя для обеспечения $R_{q \min}$, $\text{м}^2 \text{ К/Вт}$) выполнялся согласно требованиям ДБН В.2.6-31:2006. Для г. Днепропетровска значение $R_{q \min}$ для внешних стен составляет $2,5 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$.

Для обоснования теплотехнической эффективности ограждающих панелей с каркасом из термопрофилей были проведены численные [7] и натурные испытания [8] панелей с каркасом из термопрофилей и аналогичных конструкций с каркасом из профилей без прорезей.

В таблице приведены результаты подбора сечения профилей для 3-, 5-, 9-, 23- и 33-этажных зданий.

Аналогичные расчеты ограждающих стеновых панелей с применением каркаса из изогнутых оцинкованных профилей были проведены для всех ветровых районов и типов окружающей местности Украины в соответствии с ДБН В.1.2-2: 2006 [6], для 3-, 5-, 9-, 23- и 33-этажных зданий.

Т а б л и ц а

Результаты подбора сечений профилей ограждающей панели для условий г. Днепропетровск

Кол-во этажей	Геометрические размеры панели, м	Тип окружающей местности			
		1	2	3	4
3	5,7 × 2,7 м	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7
	5,7 × 3,0 м	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7
	5,7 × 3,3 м	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7
	5,7 × 3,6 м	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7
5	5,7 × 2,7 м	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7
	5,7 × 3,0 м	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7
	5,7 × 3,3 м	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7
	5,7 × 3,6 м	ТС100 - 1,0	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7
9	5,7 × 2,7 м	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7
	5,7 × 3,0 м	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7
	5,7 × 3,3 м	ТС100 - 1,0	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7
	5,7 × 3,6 м	ТС100 - 1,0	ТС100 - 1,0	ТС100 - 1,0	ТС100 - 1,0
23	5,7 × 2,7 м	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7
	5,7 × 3,0 м	ТС100 - 1,0	ТС100 - 1,0	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7
	5,7 × 3,3 м	ТС100 - 1,0	ТС100 - 1,0	ТС100 - 1,0	ТС100 - 0,7
	5,7 × 3,6 м	ТС100 - 1,0	ТС100 - 1,0	ТС100 - 1,0	ТС100 - 1,0
33	5,7 × 2,7 м	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7
	5,7 × 3,0 м	ТС100 - 1,0	ТС100 - 1,0	ТС100 - 1,0	ТС100 - 0,7
	5,7 × 3,3 м	ТС100 - 1,0	ТС100 - 1,0	ТС100 - 1,0	ТС100 - 0,7
	5,7 × 3,6 м	ТС100 - 1,0	ТС100 - 1,0	ТС100 - 1,0	ТС100 - 1,0

Выводы. Разработано четыре типоразмера ограждающих стеновых панелей с применением гнутых оцинкованных профилей для строительства 3-, 5-, 9-, 23- и 33-этажных зданий, которые удовлетворяют требованиям существующих нормативных документов Украины. Эффективность применения данных ограждающих стеновых панелей подтверждается численными и натурными испытаниями.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Конструкції будівель і споруд. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31: 2006. – [Чинний від 2007-04-01]. – К. : Мін-во будівництва, архітектури та житлово-комун. госп. України, 2006 – 70 с. – (Національні стандарти України).
2. **Ватин Н. И.** Ограждающая конструкция «нулевой толщины» – термопанель / Н. И. Ватин, Д. В. Кузьменко // Инженерно-строительный журнал. – №1. – 2008. – С. 13 – 21.
3. **Ватин Н. И.** Реконструкция крыш Санкт-Петербурга на основе легких стальных тонкостенных конструкций и антиобледенительной системы / Н. И. Ватин, В. В. Володин // Инженерно-строительный журнал. – № 2 – 2010. – С. 59 – 64.
4. Защита от пожара. Пожарная безопасность объектов строительства: ДБН В.1.1-7-2002. – [Чинний від 2003-05-01]. – К. : Держбуд України, 2002 – 40 с. – (Національні стандарти України).
5. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія: ДСТУ – Н Б В.1.1-27:2010. – [Чинний від 2011-11-01]. – К. : Мінрегіонбуд України, 2011. – 123 с. – (Національні стандарти України).
6. Система обеспечения надежности и безопасности строительных объектов. Нагрузки и воздействия. Нормы проектирования. : ДБН В.1.2-2:2006. – [Чинний від 2007-01-01]. – К. : Мінбуд України, 2006. – 78 с. – (Національні стандарти України).
7. **Савицкий Н. В.** Ограждающая конструкция с каркасом из термопрофилей / Н. В. Савицкий, А. А. Несин // Строительство, материаловедение, машиностроение. Сб. науч. тр. – Вып. 50. – Д. : ПГАСА, 2009. – С. 479 – 482.
8. **Савицкий Н. В.** Экспериментальное исследование теплотехнической эффективности термопрофилей / Н. В. Савицкий, А. А. Несин // Строительство, материаловедение, машиностроение. Сб. науч. тр. – Вып. 51 – Д. : ПГАСА, 2010. – С. 431 – 437.

УДК 624.01

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ПРОБНОЙ НАГРУЗКИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

А. Н. Савицкий, асп.

Ключевые слова: надёжность, техническое состояние, остаточный ресурс, пробное нагружение

Постановка проблемы. Проблема старения основных фондов, особенно крупных зданий и сооружений, напрямую связана с возможностью возникновения аварий и техногенных катастроф, тем более что качество эксплуатации и ремонта в последнее десятилетие резко снизилось. В связи с этим остро встал вопрос получения достоверных данных для оценки остаточного ресурса строительных конструкций.

Вопросами оценки несущей способности, надежности и остаточного ресурса строительных конструкций, занимались отечественные и зарубежные ученые, такие как: А. В. Гемерлинг, И. И. Гольденблат, Н. С. Стрелецкий, В. В. Болотин, А. Р. Ржаницын, В. М. Келдыш, Н. П. Мельников, В. Д. Райзер, Д. Н. Решетов, А. Г. Ройтман, Г. И. Белый, С. А. Тимашев, В. С. Уткин, Я. Б. Фридман и др.

Цель статьи обосновать возможность использования метода пробной нагрузки для получения достоверных данных для оценки остаточного ресурса строительных конструкций.

Изложение основного материала. Под остаточным ресурсом конструкции понимается некоторое время до наступления предельного состояния, при котором дальнейшая эксплуатация конструкции невозможна без капитального ремонта или нецелесообразна с